

ПОЛУЧЕНИЕ РАСТВОРНЫМ МЕТОДОМ И ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ $\text{Ba}_4\text{In}_6\text{O}_{13}$

Патрушева Д.А., Матвеев Е.С., Русских О.В., Кочетова Н.А.

Уральский федеральный университет
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19

В системе $\text{BaO} - \text{In}_2\text{O}_3$ известен индат бария состава $\text{Ba}_4\text{In}_6\text{O}_{13}$, обладающий блочно-слоевой структурой, состоящей из перовскитоподобных блоков " $\text{Ba}_2\text{In}_2\text{O}_6$ –", где $\text{KЧ}(\text{In}^{3+})=6$, и блоков " $\text{Ba}_2\text{In}_4\text{O}_7$ –", где $\text{KЧ}(\text{In}^{3+})=5$, координационный полиэдр имеет форму квадратной пирамиды. Электрические свойства данного соединения в литературе практически не описаны, но можно предполагать, что наличие полиэдров $[\text{InO}_5]$ будет способствовать внедрению молекул воды за счёт достраивания полиэдров до $[\text{InO}_6]$. В связи с этим $\text{Ba}_4\text{In}_6\text{O}_{13}$ представляет интерес для исследования как потенциальный протонный проводник.

Целью данной работы является получение индата бария $\text{Ba}_4\text{In}_6\text{O}_{13}$ растворным методом, изучение термических и электрических свойств образца.

Синтез проводили глицин-нитратным методом, добавляя в реакционную смесь дополнительный хелатообразующий реагент – лимонную кислоту, а также нитрат аммония для повышения температуры пиролиза. После сжигания прекурсора продукт отожгли при 550°C в течение 3 часов и при 1200°C в течение 10 часов. Полученный образец брикетировали и спекали на 1250°C 10 часов.

Для аттестации образца провели рентгенофазовый анализ (D8 Advance, Bruker, Германия), подтвердили, что образец $\text{Ba}_4\text{In}_6\text{O}_{13}$ однофазный, кристаллизуется в орторомбической сингонии, пр. гр. *Ibam*. Методом лазерной дифракции (SALD-7101, Shimadzu, Япония) проанализировали морфологию образца, установили, что полученный порошок состоит из частиц диаметром порядка 700 нм, которые образуют агломераты размером ~ 4.5 мкм.

Возможность внедрения воды изучили методом термогравиметрии на предварительно гидратированном образце (STA 409 PC Luxx, масс-спектрометр QMS 403C Aëolo, Netzsch, Германия). Установили, что при температурах ниже 600°C образец теряет массу, что обусловлено выходом воды из структуры в количестве 0.6 моль на формульную единицу.

Электрические свойства исследовали методом импедансной спектроскопии (ИПИ-3, Институт проблем управления, Россия) при $f=100\text{--}10^6$ Гц, $T=200\text{--}900^\circ\text{C}$ в сухой ($p\text{H}_2\text{O}=3\cdot 10^{-5}$ атм) и влажной ($p\text{H}_2\text{O}=2\cdot 10^{-2}$ атм) атмосферах. Температурная зависимость общей электропроводности ниже 750°C носит линейный характер. Во влажной атмосфере ниже 700°C электропроводность повышается, достигая максимальной разности в 2 порядка величины, при этом энергия активации понижается от 0.7 до 0.4 эВ. Общая электропроводимость при 400°C во влажной атмосфере составляет $3.6\cdot 10^{-5}$ $\text{Ом}^{-1}\cdot\text{см}^{-1}$.

Полученные данные подтверждают предположение о возможности появления протонных дефектов в структуре $\text{Ba}_4\text{In}_6\text{O}_{13}$ и, как следствие, возникновение протонной составляющей проводимости.